



Lamines de plata mes fines, resposta no lineal mes intensa

Investigadors de la Universitat de Viena, la Universitat del Pais Basc i l'ICFO han presentat una nova estrategia per potenciar les respostes optiques no lineals en dos estudis, un publicat a Nature Communications i l'altre a Advanced Materials. Els investigadors van fer servir lamines de plata de gruix atomic en lloc de materials voluminosos i les van dissenyar lateralment per aconseguir una millora addicional.

October 29, 2026

Els processos no lineals son omnipresents en la recerca cientifica actual. Sense ells no podriem generar determinades freqüencies laser ni parells de fotons entrellacats, pe exemple. Tradicionalment, els cientifics han emprat materials voluminosos com a medis n lineals, de manera que la llum pogues interactuar-hi extensament i generar una resposta n lineal prou intensa. Tanmateix, això va en contra dels esforços actuals per fabricar dispositiu fotonics miniaturitzats i integrats en xip

Ara, investigadors de la Universitat de Viena i la Universitat del Pais Basc, juntament amb el

Dr. Saad Abdullah, el Dr. Andrew P. Weber, el Dr. Alvaro Rodriguez Echarri, el Dr. Fadil Iyikanat, el Dr. Vahagn Mkhitarian i el Prof. ICREA F. Javier Garcia de Abajo de l'ICFO, han utilitzat una plataforma de plata de gruix atòmic per produir una forta resposta no lineal.

Primer, en un article publicat a Nature Communications, van aprofitar les propietats internes de les lamines de plata ultrafines. L'equip investigador va col·locar pel·licules de plata ultrafines, monocristal·lines i crescudes epitaxialment, sobre oblies de silici, i les va il·luminar amb polsos laser d'infraroig mitja. Això va generar harmonics de segon ordre, un procés no lineal en que la llum d'una determinada freqüència es converteix en llum del doble d'aquesta freqüència. Aleshores van descobrir que, tot i que en general una menor quantitat de material dona lloc a senyals no lineals més febles, **mes fines eren les lamines, mes intens resultava el senyal del segon harmonic.**

La raó d'aquest comportament contraintuïu es troba en el fenomen del confinament quantic. En els metalls voluminosos, els electrons poden adquirir qualsevol energia dins d'unes bandes d'energia contínues. Però en les capes ultrafines, que se situen a la frontera entre els materials voluminosos i els bidimensionals, aquestes energies es quantitzen, aproximant-se als nivells d'energia discrets i desigualment espaiats que existeixen en un àtom. A mesura que la pel·licula es fa més fina, aquests nivells se separen cada cop més i de forma més desigual, la qual cosa afavoreix la resposta no lineal i augmenta l'eficiència de la generació del segon harmonic.

Posteriorment, en un estudi publicat a Advanced Materials, l'equip va estructurar lateralment aquestes lamines en matrius periòdiques de nanocintres i nanotriangles. Gràcies a aquests nanopatróns, els electrons de conducció oscil·len de forma col·lectiva en resposta a la llum incident, formant els anomenats plasmons. Per a determinades combinacions de nanoestructures i longituds d'ona de la llum incident, aquests plasmons queden confinats en volums nanomètrics, la qual cosa, tal com van mostrar els investigadors, augmenta el senyal no lineal fent que es generin segons harmonics més intensos.

“Hem combinat dos mecanismes de confinament diferents en una mateixa plataforma de plata de gruix atòmic”, afirma el Dr. Saad Abdullah, primer autor de l'article. “D'aquesta manera, hem demostrat que és possible obtenir una funcionalitat no lineal significativa a partir d'estructures d'uns pocs nanòmetres de gruix, cosa que resulta atractiva per a dispositius òptics no lineals altament compactes i per a futurs sistemes fònics integrats en xips”. Aquests dispositius podrien ser útils en camps com la detecció biològica, l'òptica ultraràpida, la ciència de materials i les tecnologies qüàntiques.

L'estudi s'ha dut a terme en col·laboració amb el Max-Born-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V., l'institut NWO AMOLF, el Centro de Física de Materiales CSIC/UPV-EHU-Material Physics Center i el Donostia International Physics Center (DIPC).

Referència:

Jenke, P.K., Abdullah, S., Weber, A.P. et al. Few-atom-thick silver films for enhance nanoscale nonlinear optics. *Nat Commun* **17**, 8214 (2026). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-026-74804-4>

S. Abdullah, P. K. Jenke, A. P. Weber, et al. Plasmon-Enhanced Second-Harmonic Generation in Atomically Thin Crystalline Silver Nanostructures. *Advanced Materials* (2026): e75217. DOI: <https://doi.org/10.1002/adma.75217>

Agraiments:

This project has received funding from the European Union (HORIZON Europe Research and Innovation Program, EPIQUE, No 101135288), and the European Research Council (Advanced Grant 101141220-QUEFES). This research was also funded in whole or in part by the Austrian Science Fund (FWF)[10.55776/COE1] (Quantum Science Austria), [10.55776/F71] (BeyondC) and [10.55776/FG5] (Research Group 5). For open access purposes, the author has applied a CC BY public copyright license to any author accepted manuscript version arising from this submission. Funding was also received from the Spanish MICINN (PID2024-157421NB-I00 and Severo Ochoa CEX2019-000910-S), and the Catalan AGAUR (Grant No. 2024 FI-2 00052) and CERCA Programs. A.P.W, F.S. and J.E.O. acknowledge support from the Basque Government (Grant IT-2133-26). P.W. acknowledges financial support from the Air Force Office of Scientific Research under award number FA9550-21-1-0355 (Q-Trust) and FA8655-23-1-7063 (TIQI), as well as the Austrian Federal Ministry of Labor and Economy, the National Foundation for Research, Technology and Development and the Christian Doppler Research Association. P.K.J. acknowledges support from the University of Vienna via the Vienna Doctoral School.

This work has been supported in part by the European Research Council (101141220-QUEFES), the European Commission (101135288-EPIQUE), the Spanish MICIU (PID2024-157421NB-I00 and Severo Ochoa CEX2024-001490-S), the CERCA program, the Basque Government (IT2133-26), and the Austrian Science Fund (10.55776/COE1, 10.55776/F71, and 10.55776/FG5).